

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Gebrauchsmuster**  
10 **DE 296 06 679 U 1**

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**F 16 J 15/40**

21 Aktenzeichen:	296 06 679.6
22 Anmeldetag:	12. 4. 96
47 Eintragungstag:	14. 8. 97
43 Bekanntmachung im Patentblatt:	25. 9. 97

73 Inhaber:

Feodor Burgmann Dichtungswerke GmbH & Co,  
82515 Wolfratshausen, DE

74 Vertreter:

H. Schmidt und Kollegen, 80803 München

55 Recherchenergebnisse nach § 7 Abs. 2 GbmG:

DE	39 22 356 A1
DE	26 28 831 A1
DD	2 79 050 A1
US	46 71 679
US	45 26 379

JP Patents Abstracts of Japan: 62- 72966 A.,  
M-621, Sep. 2, 1987, Vol. 11, No. 269;  
62-177368 A., M-660, Jan. 20, 1988, Vol. 12, No. 18;

54 Ferrofluid-Dichtung

DE 296 06 679 U 1

BEST AVAILABLE COPY

DE 296 06 679 U 1

12.04.95

DE1775

## Ferrofluid-Dichtung

Die Erfindung betrifft eine Ferrofluid-Dichtung der im Oberbegriff des Anspruches 1 genannten Gattung.

Ferrofluid-Dichtungen schaffen eine grundsätzlich hermetisch dichte Durchführung für ein sich drehendes oder translatorisch bewegtes Bauelement, wie eine Welle, gegenüber einem Tragteil, z.B. Gehäuse, unter gleichzeitiger wesentlicher Minimierung der Reibkräfte. Nachteil von Ferrofluid-Dichtungen ist dagegen deren begrenztes Druckabdichtungsvermögen sowie eine mögliche Verunreinigung des abzudichtenden Mediums durch das Ferrofluid oder umgekehrt. So sind bestimmte Ferrofluide wegen Oxidationsgefahr oder starker Verdunstungsneigung, leichter Löslichkeit und/oder guter Vermischbarkeit für gewisse abzudichtende Medien ungeeignet. Der grundsätzliche Aufbau von Ferrofluid-Dichtungen ist bekannt. Es kann z.B. auf die EP-A-0 269 264 verwiesen werden, die eine Ferrofluid-Dichtung zur Abdichtung einer Welle gegenüber einer Nabe beschreibt. Eine andere Bauart einer Ferrofluid-Dichtung mit einem Paar Abdichtungsbereiche, die jeweils mit dem gleichen Ferrofluid beaufschlagt sind, ist aus der Firmenschrift BW/IP International Inc./Tierra Alta Way, Temecula, CA 92590, Nr. 2-0193-1052 bekannt.

12.04.98

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Ferrofluid-Dichtung der eingangs erwähnten Gattung hinsichtlich wenigstens einer, vorzugsweise mehrerer der folgenden Eigenschaften zu verbessern: Verträglichkeit mit dem abzudichtenden Medium, Verträglichkeit mit dem Umgebungsmedium und Druckabdichtungsvermögen. Die Ferrofluid-Dichtung soll insbesondere zur Abdichtung Unterdruck-beaufschlagter Bereiche gegenüber der Aussenumgebung geeignet sein.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird auf die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 verwiesen. Ein Merkmal der erfindungsgemässen Ferrofluid-Dichtung ist demnach, dass die Abdichtungsbereiche der Dichtung unabhängig voneinander mit einem Ferrofluid beaufschlagt werden können, das demzufolge gezielt auf die jeweiligen Umgebungsverhältnisse massgeschneidert werden kann, so dass z.B. ein Ferrofluid auf gute Verträglichkeit mit dem abzudichtenden Medium und ein anderes Ferrofluid auf hohe Dichtfunktion ausgelegt sein kann. Eine Ferrofluid-Dichtung nach der Erfindung eignet sich daher insbesondere für den Einsatz bei Vakuumpumpen, indem verhindert wird, dass durch Verdampfung Ferrofluidanteile in den evakuierten Raum hineingelangen können. Dabei bedeutet die Verwendung von Ferrofluiden mit niedrigem Dampfdruck, wie sie bei Vakuumanwendungen zu bevorzugen sind, keine wesentliche Beeinträchtigung des Druckabdichtungsvermögens der Ferrofluid-Dichtung, da ein anderer Abdichtungsbereich der Dichtung mit einem im Hinblick auf die Dichtfunktion optimierten Ferrofluid versorgt werden kann. Hohes Druckabdichtungsvermögen bei gleichzeitig guter Verträglichkeit mit dem jeweiligen Umgebungsmedium wird insbesondere mit einer Weiterbildung der Erfindung gemäss dem Anspruch 3 erhalten, indem mehrere mit unterschiedlichen

- 3 - 12.04.98

Ferrofluiden beaufschlagte Magneteinheiten zu einer Magnetanordnung zusammengefasst sind, deren Druckabdichtungsvermögen eine Summe der Druckabdichtungskapazitäten der einzelnen Magneteinheiten darstellt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsformen und der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in längsgeschnittener Ansicht eine erste Ausführungsform einer Ferrofluid-Dichtung nach der Erfindung,

Fig. 2 einen Schnitt längs der Schnittlinie II-II in Fig. 1,

Fig. 3 in längsgeschnittener Ansicht eine zweite Ausführungsform einer Ferrofluid-Dichtung nach der Erfindung,

Fig. 4 einen Schnitt längs der Schnittlinie IV-IV in Fig. 3.

Nachfolgend wird auf Fig. 1 und 2 Bezug genommen, die eine erste Ausführungsform der Erfindung zeigen. Mit dem Bezugszeichen 1 ist das Gehäuse einer abzudichtenden Vorrichtung, z.B. einer Vakuumpumpe, gezeigt, deren Antriebswelle 2 durch eine Gehäusebohrung hindurchgeführt ist. Zur Abdichtung der Welle 2 gegenüber dem Gehäuse 1 ist eine Ferrofluid-Dichtung nach der Erfindung vorgesehen.

Die Ferrofluid-Dichtung umfasst eine Magneteinheit 3 mit einem Paar axial beabstandeter, zueinander ausgerichteter, ringförmiger Polelemente 5, 7 aus magnetisierbarem Material,

12.04.95

die die Welle 2 konzentrisch mit Abstand umgeben, so dass zwischen der inneren Oberfläche der Polelemente 5, 7 und der Wellenoberfläche Ringspalte 6, 8 gebildet sind, welche Durchführungen für die Welle 2 darstellen. Die Polelemente 5, 7 schliessen zwischen sich axial einen Tragrings 9 aus nicht magnetisierbarem Material ein, der die Welle 2 konzentrisch, vorzugsweise mit einem etwas grösseren radialen Abstand als der der Polelemente 5, 7, umgibt und Träger einer Vielzahl umfänglich verteilt angeordneter Permanentmagnete 4 ist.

Die NS-Achsen der Permanentmagnete 4 sind in Axialrichtung ausgerichtet, so dass sich ein Kraftlinienfeld ergibt, wie es in Fig. 1 durch gestrichelte Linien angedeutet ist, welches vom betreffenden einen Pol eines Permanentmagneten 4 ausgehend das benachbarte Polelement 5, den einen Ringspalt 6, einen oberflächennahen Bereich der Welle 2, den anderen Ringspalt 8, und das dem anderen Pol des Permanentmagneten 4 benachbarte Polelement 7 durchsetzt. Die die Ringspalte 6, 8 durchsetzenden Kraftlinien können eine magnetisierbare Flüssigkeit, ein sog. Ferrofluid, in den Ringspalten 6, 8 einschliessen und fixieren, so dass die Ringspalte 6, 8 durch das Ferrofluid abgedichtet werden, wie dies mit den Bezugszeichen A, B in Fig. 1 angedeutet ist.

Die Zufuhr des Ferrofluides zum betreffenden Ringspalt 6 bzw. 8 erfolgt über Zuführleitungen 10, 11, die im Gehäuse 1 vorgesehen sind und nahe dem betreffenden Ringspalt 6, 8 aussenseitig der Magneteinheit 3 ausmünden, so dass ein über die Leitungen 10, 11 eingeführtes Ferrofluid infolge der magnetischen Kräfte, die in den Ringspalten 6, 8 herrschen, in den betreffenden Ringspalt 6 bzw. 8 hineingezogen wird. Wie dargestellt, können die Zuführleitungen 10, 11 nach Einführung des Ferrofluides hermetisch abgedichtet werden.

12.04.95

Die Erfindung ermöglicht es, dass in jedem Ringspalt 6, 8 der Magneteinheit 3 ein unterschiedliches Ferrofluid vorgesehen werden kann, das gezielt auf bestimmte Eigenschaften ausgewählt ist. Insbesondere kann das Ferrofluid für den produktseitigen Abdichtungsbereich A der Magneteinheit 3 auf besondere Verträglichkeit mit dem abzudichtenden Medium abgestimmt sein. Z.B. kann das Ferrofluid des produktseitigen Abdichtungsbereiches A bei Einsatz der Dichtung als Unterdruckabdichtung einen niedrigen Dampfdruck haben, während das Ferrofluid für den produktabgewandten Abdichtungsbereich B gezielt auf hohe Dichtwirkung ausgelegt sein kann. Wenn erwünscht, können zwei oder mehrere Magneteinheiten 3 mit dem vorbeschriebenen Aufbau längs der Wellenlängsachse angeordnet sein, wobei jede Magneteinheit auf die ihr zukommende Funktion optimiert werden kann.

Fig. 3 und 4 zeigen die zweite Ausführungsform der Erfindung. Die Ferrofluid-Dichtung nach dieser Ausführungsform umfasst eine Magnetanordnung bestehend aus drei in axialem Abstand voneinander längs der Längsachse der Welle 2 vorgesehene Magneteinheiten 3, 3', 3", die im wesentlichen identisch wie die Magneteinheit 3 der vorbeschriebenen ersten Ausführungsform der Erfindung aufgebaut sein können, so dass bezüglich näherer Details hierauf verwiesen werden kann. Im Unterschied zu der ersten Ausführungsform der Erfindung ist jeder Magneteinheit 3, 3', 3" nur eine Zuführleitung 21, 21', 21" zugeordnet, die sich radial durch den betreffenden Tragring 9 für die Permanentmagnete 4 in einen Raum 20, 20', 20" erstreckt, der zwischen den Polelementen 5, 7 der betreffenden Magneteinheit 3, 3', 3" definiert ist und mit beiden Ringspalten 6, 8 der Polelemente in Verbindung steht. Ein in den Raum 20, 20', 20" eingeführtes Ferrofluid kann daher gleichzeitig beide Ringspalte mit dem Ferrofluid

12.04.98

versorgen, um an den Magneteinheiten gleichartig wirkende Paare von Abdichtungsbereichen AA', BB', CC' zu bilden.

Die zweite Ausführungsform der Erfindung schafft nicht nur pro Magneteinheit 3, 3', 3" eine erhöhte Dichtwirkung, sondern ermöglicht ausserdem eine noch gezieltere Abstimmung der Fluiddichtung im Hinblick auf die Verträglichkeit des Ferrofluides mit dem abzudichtenden Produkt bzw. Umgebungsmedium sowie im Hinblick auf die Höhe der abdichtbaren Drücke. Insbesondere kann die produktseitige Magneteinheit 3 bei Einsatz der Ferrofluid-Dichtung als Vakuumdichtung mit einem Ferrofluid mit niedrigem Dampfdruck versehen werden, so dass das Ferrofluid und/oder die Unterdruckbedingungen nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt werden. Ferrofluide mit niedrigem Dampfdruck besitzen jedoch im allgemeinen eine geringe Druckabdichtungskapazität. In gleicher Weise kann die atmosphärenseitige Magneteinheit 3" auf gute Verträglichkeit mit dem Umgebungsmedium, z.B. Luft, ausgelegt werden. Dagegen kann die zwischen den produktseitigen und atmosphärenseitigen Magneteinheiten 3, 3" angeordnete Magneteinheit 3' gezielt auf ein hohes Druckabdichtungsvermögen ausgelegt sein, indem hierfür ein Ferrofluid mit hohem Dampfdruck und hoher Magnetisierbarkeit gewählt wird. Mit der Ausführungsform der Erfindung nach Fig. 3 und 4 lassen sich daher höhere Drücke abdichten, wobei sich die abdichtbaren Drücke der einzelnen Magneteinheiten 3, 3', 3" addieren.

Die Erfindung ermöglicht es somit, dass die Magnetanordnungen entsprechend der jeweiligen Dichtungsfunktion massgeschneidert werden können. Als Trägerflüssigkeiten für die magnetisierbaren Bestandteile der Ferrofluide kommen z.B. Benzin, Petroleum, Unterdruckpumpenöl, leicht oder schwer verdampfbare chemisch inerte Flüssigkeiten, wie Polyäther

- 7 - 12.04.98

oder dgl., und/oder Kombinationen davon in Frage, ohne dass hierin eine Einschränkung der Erfindung auf bestimmte Ferrofluide zu sehen ist. Darauf hinzuweisen ist ferner, dass es auch möglich ist, jeweils einem Polelement zwei Magneteinheiten zuzuordnen, so dass die magnetischen Kräfte zweier Magneteinheiten auf ein gemeinsames Polelement wirken, um erhöhte magnetische Kräfte im betreffenden Ringspalt des Polelementes zu schaffen. Eine derartige Ausbildung einer Ferrofluid-Dichtung kann beispielsweise Vorteile bieten, wenn mehr als eine zwischenliegende Magneteinheit in Verbindung mit je einer produkt- bzw. atmosphärenseitigen Magneteinheit gewünscht wird.



12.04.98

## Schutzansprüche

1. Ferrofluid-Dichtung, bestehend aus einer Magnetanordnung mit wenigstens einem Paar von magnetischen Kraftlinien durchsetzten beabstandeten Abdichtungsbereichen zur Fixierung einer abdichtenden magnetischen Flüssigkeit (Ferrofluid) an einer Wellendurchführung der Magnetanordnung, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung (9,10,20,21) vorgesehen ist, um jeden Abdichtungsbereich (A,B,AA',BB') der Magnetanordnung mit einem Ferrofluid unabhängig vom anderen Abdichtungsbereich zu versorgen.
2. Ferrofluid-Dichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetanordnung wenigstens eine Magneteinheit (3) umfasst, und dass die Versorgungseinrichtung für das Ferrofluid beidseitig der Magneteinheit nahe den Abdichtungsbereichen (A,B) ausmündende Zuführpassagen (10,11) umfasst.
3. Ferrofluid-Dichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetanordnung mehrere Magneteinheiten (3) umfasst, und dass jeder Magneteinheit eine Zuführpassage (21) zur gemeinsamen Versorgung der Abdichtungsbereiche (AA', BB' CC') der Magneteinheit mit Ferrofluid unabhängig von den anderen Magneteinheiten zugeordnet ist.
4. Ferrofluid-Dichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass jede Magneteinheit (3) ein Paar zwischen sich eine Permanentmagneteinrichtung (4) einschliessende, Abdichtungsbereiche definierende Polelemente (5,7) mit Wellendurchführungen umfasst.

- 9 - 12.04.95

5. Ferrofluid-Dichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ferrofluid der produktseitigen Abdichtungsbereiche (A, AA') auf Verträglichkeit mit dem abzudichtenden Produkt abgestimmt ist.

12.04.98

FIG. 2

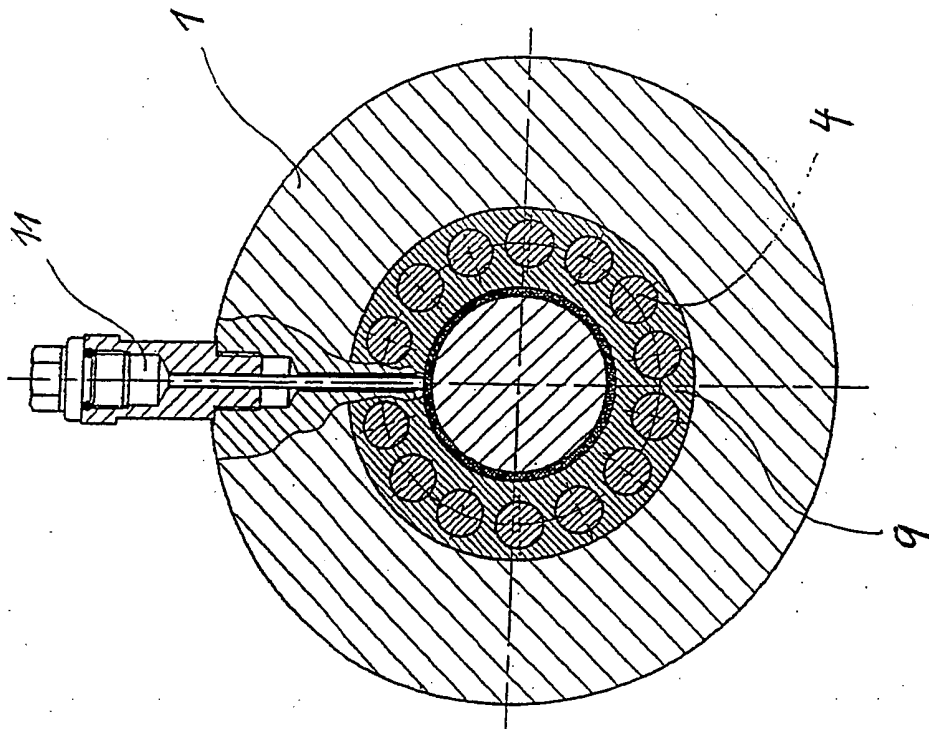
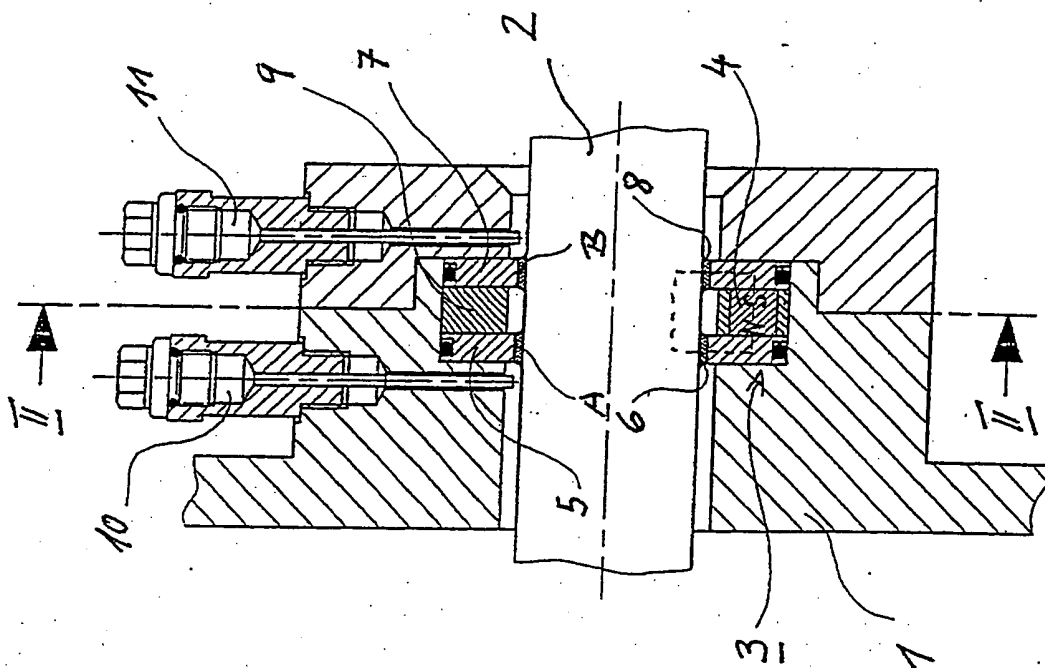


FIG. 1



1007.98

FIG. 4

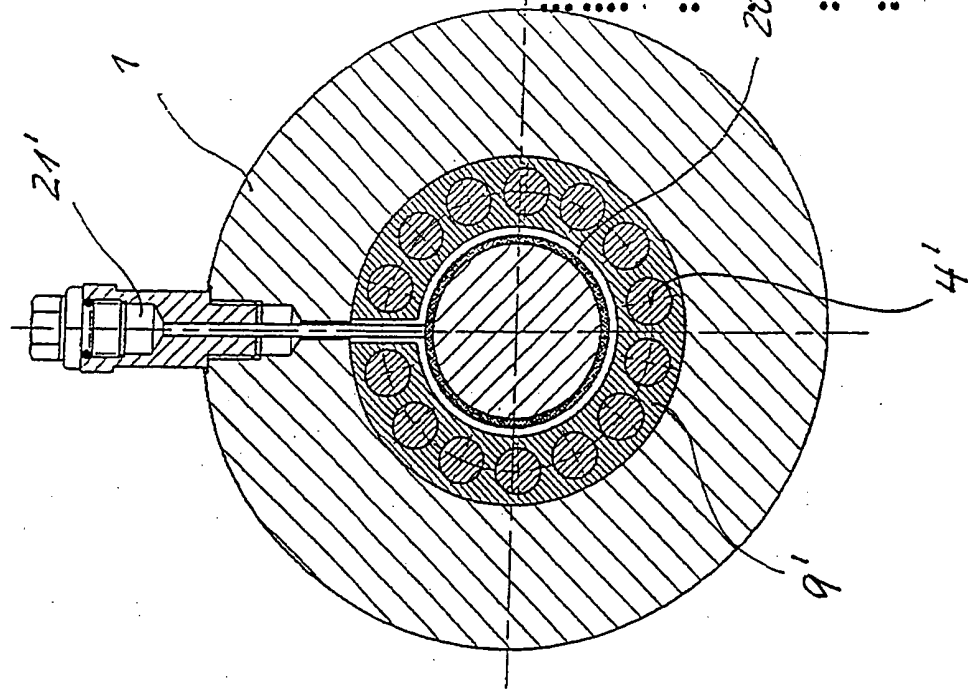
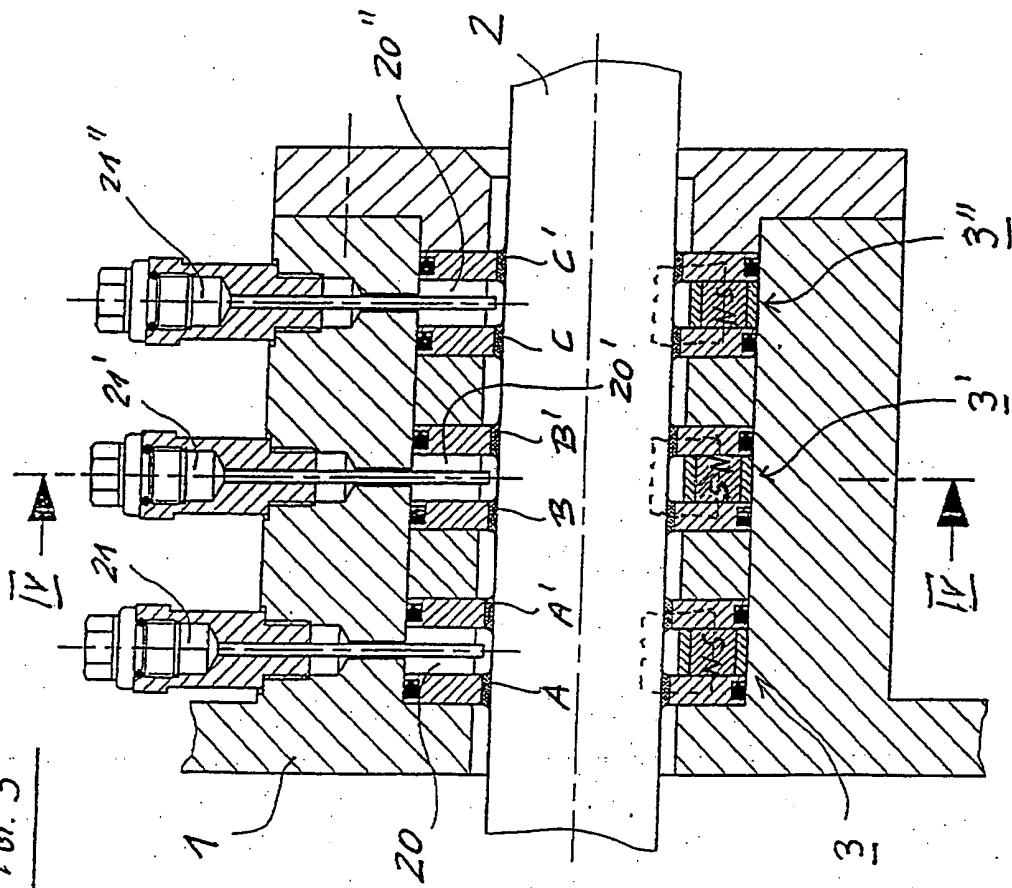


FIG. 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**